

СТВОРЕННЯ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ НА СТАЛІ Ст.3 ПОШАРОВИМ ЕЛЕКТРОІСКРОВИМ ЛЕГУВАННЯМ ВОЛЬФРАМОМ, НІКЕЛЕМ ТА ГРАФІТОМ

к.т.н, ст.викл. Г.Г. Лобачова, к.т.н., доцент Є.В. Іващенко,
пров.інж. Н.А. Шаповалова, студ. А.О. Мазурик

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,
Інженерно-фізичний факультет, кафедра фізики металів
E-mail: lga22@ukr.net ; shapovalova@kpm.kpi.ua

Електроіскрове легування у послідовності Ni-W-C, W-C-Ni, W-Ni-C, Ni-C-W дозволяє підвищити мікротвердість поверхні сталі Ст.3 до 6,5 – 8,3 ГПа, завдяки наявності в покриттях твердих розчинів матеріалів електродів (Fe-Ni), карбідів (WC, W₂C, Ni₃C, Fe₃W₃C), нітриду (W₂N) та інтерметаліду (Fe₂W). Випробування в умовах сухого тертя-ковзання показали зростання стійкості до зношування зразків з покриттям у 1,5 – 8,8 разів у порівнянні з поверхнею сталі Ст.3 без обробки.

Важливим завданням є збільшення довговічності та надійності деталей машин та інструментів, що працюють в складних умовах експлуатації. Одним з актуальних напрямків технологій зміцнення є метод електроіскрового легування (ЕІЛ). За допомогою ЕІЛ можна змінювати механічні, термічні, електричні та інші властивості робочих поверхонь, за рахунок модифікування їх структури. ЕІЛ ґрунтується на явищі електричної ерозії і перенесення матеріалу анода на поверхню катода-деталі при протіканні імпульсних (іскрових) розрядів в газовому середовищі.

Останнім часом в літературі все частіше можна побачити дослідження багатокомпонентних покриттів, завдяки яким реалізується композиційне зміцнення поверхні металевих деталей машин.

Аналізуючи літературу можна відмітити недостатню кількість робіт присвячених вивченню структури, фазового складу і властивостей поверхневих шарів сплавів заліза після ЕІЛ вольфрамом, нікелем та вуглецем і тому, поверхнєве зміцнення цими елементами є актуальним завданням як у теоретичному, так і в практичному аспекті, що потребує подальшого дослідження.

Метою дослідження є вивчення структури, кінетики формування, мікротвердості та зносостійкості легованих шарів, отриманих на поверхні сталі Ст.3 після багатостадійного ЕІЛ на повітрі у послідовності: Ni-W-C, W-C-Ni, W-Ni-C, Ni-C-W.

Матеріали та методика дослідження. В якості матеріалів анодів використовували перехідні метали Ni та W, які взаємодіючи з матеріалом основи, можуть утворювати тверді розчини та інтерметаліди. Нікель з залізом утворює необмежений твердий розчин, що забезпечить високу адгезію з основою. Вольфрам є сильним карбідоутворюючим елементом і при взаємодії з вуглецем утворює карбід.

Для аналізу експериментальних даних були використані наступні методи досліджень: мікроструктурний, рентгеноструктурний, мікродюрOMETричний аналіз та випробування на зносостійкість.

Аналіз отриманих результатів. Мікроструктурним аналізом встановлено, що структура сталі Ст.3 після послідовного ЕІЛ вольфрамом, графітом та нікелем складається з зони легованого шару та основи. Товщина легованого шару при легуванні у послідовності W – C – Ni становить 15 – 35 мкм, при послідовності Ni – W – C становить 25 – 40 мкм, при W – Ni – C становить 15 – 40 мкм, при Ni – C – W становить 10 – 20 мкм.

Рентгеноструктурним аналізом виявлено, що основою легованих шарів виступають неоднорідні за концентрацією тверді розчини на основі нікелю чи вольфраму з α -Fe та γ -Fe, карбіди (WC, W₂C, Ni₃C), складний карбід Fe₃W₃C, нітрид (W₂N) та інтерметалід Fe₂W,

завдяки чому поверхнева мікротвердість досягає 6,5 – 8,3 ГПа. Максимальне значення мікротвердості становить 8,3 ГПа при легуванні у послідовності Ni – C – W. При послідовності W – Ni – C мікротвердість досягає 7 ГПа, при схемах Ni – W – C та W – Ni – C становить 6,5 ГПа.

Випробування на зносостійкість в умовах сухого тертя-ковзання за схемою «площина по площині» показали, що інтенсивність зношування зразків з покриттям є меншою у порівнянні з матеріалом основи Ст.3 без обробки (рис. 1а).

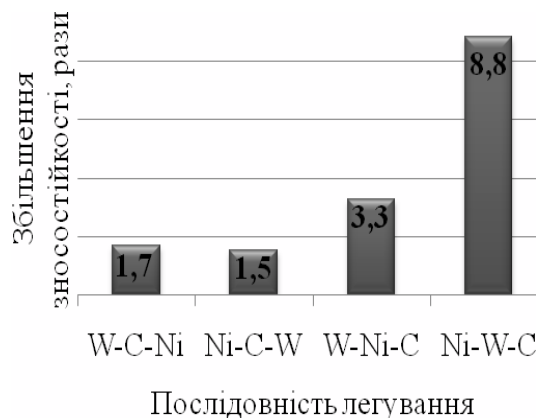
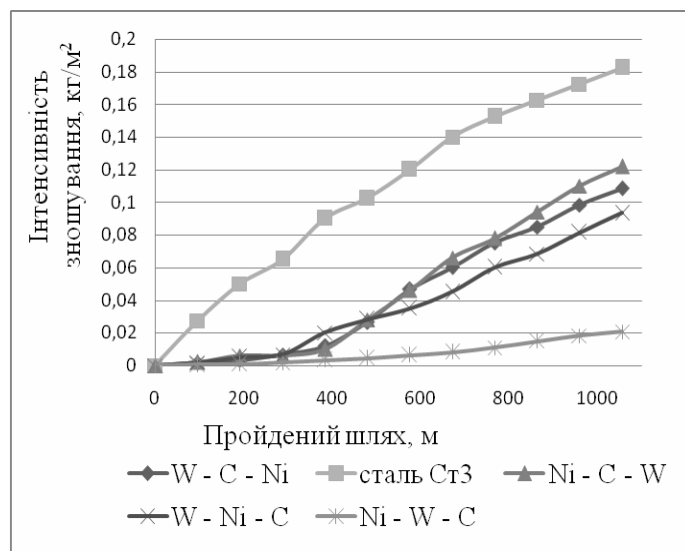


Рис.1. Зміна зносостійкості сталі Ст.3 після пошарового ЕІЛ:

а) залежність інтенсивності зношування від пройденого шляху;

б) збільшення зносостійкості у порівнянні з поверхнею без покриття від послідовності нанесення

Найбільшу зносостійкість, у порівнянні з поверхнею сталі Ст.3 без обробки, мають зразки з покриттями, одержаними при ЕІЛ у послідовності Ni – W – C (8,8 разів), W – Ni – C (3,3 рази) (рис. 1 б). Суттєвий вплив при цьому здійснює матеріал аноду, що наносився останнім – графіт, якому належить роль твердого мастила під час випробування на тертя.

ВИСНОВКИ

Показано можливість створення багатокомпонентних функціональних покриттів методом пошарового електроіскрового легування Ni, W, C та виявлено вплив послідовності їх нанесення на структуру, фазовий склад та властивості поверхневих шарів сталі Ст.3.

Встановлено, що трьохстадійне електроіскрове легування призводить до підвищення поверхневої мікротвердості від 6,5 ГПа до 8,3 ГПа. Це пов'язано з наявністю у покриттях твердих розчинів на основі металів легувальних електродів та заліза, нітриду (W_2N), карбідів (W_2C , WC), комплексного карбіду (Fe_3W_3C) та інтерметаліду (Fe_2W).

Виявлено, що найбільшу зносостійкість, у порівнянні з поверхнею сталі Ст.3 без обробки, мають зразки з покриттями, одержаними при електроіскровому легуванні у послідовності Ni – W – C (8,8 разів), W – Ni – C (3,3 рази). Суттєвий вплив при цьому здійснює матеріал аноду, що наносився останнім – графіт, якому належить роль твердого мастила під час випробування на тертя.

ЛІТЕРАТУРА

- Мулин Ю.И. Особенности формирования структуры и свойства покрытий, нанесенных методом электроискрового легирования на сталь / Ю.И. Мулин // Физика и химия обработки материалов. – 2006. – № 4. – С. 60 – 66.
- Верхотуров А.Д. Электродные материалы на основе карбидов вольфрама и титана для электроискрового легирования стали / А.Д. Верхотуров, С.Н. Кириленко, В.Т. Бондарь // Электрофизические и электрохимические методы обработки. – М.: НИИмаш, 1980. – №4. – С. 3 – 5.